

*Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des
Farbstoffes in Pflanzenzellen.*

Von **Dr. Adolf Weiss,**

k. k. ord. öffentl. Professor der Botanik an der Universität in Lemberg.

(Mit 3 Tafeln.)

I.

Über die Bildung und Entwicklungsgeschichte des Farbstoffes der Pflanzen von anatomischer Seite wissen wir — das Chlorophyll ausgenommen — noch sehr wenig. Trécul¹⁾ hat zwar die Gestaltsverhältnisse desselben in einer vortrefflichen Arbeit geschildert, Hildebrand (Pringsheim's Jahrbuch III. 59) über die Farben der Blüthen sehr schöne Daten geliefert u. s. w., doch ist nicht zu verkennen, dass hier noch ein grosses Feld für Untersuchungen offen steht, selbst wenn man auf die dabei stattfindenden chemischen Vorgänge nicht in erster Linie Rücksicht nimmt.

In den nachfolgenden Zeilen habe ich zunächst den nicht gelöst auftretenden gelbrothen Farbstoff, wie er so häufig in den Zellen der Beerenfrüchte vorkommt, in Bezug auf seine Entwicklungsgeschichte zu verfolgen gesucht.

Lycium barbarum L.

Das Gewebe der jugendlichen, noch grünen Beeren besteht aus meist rundlich geformten Zellelementen, welche strotzend mit Saft erfüllt sind. Zum grossen Theil besteht derselbe wohl aus

1) Annal. des sciences natur. IV. Sér. tom. X. 1858 p. 127 ff. — Bahnbrechend gegen die speculative Richtung der früheren Erklärungsversuche von der Entstehung der Pflanzenfarben, wie wir sie bei Sprengel, Schübler, Decaudolle, Macaire-Princep u. A. finden, war Clamor-Marquart's Arbeit über die Farben der Blüthen — was den chemischen und Mohl's vorzügliche Abhandlung über die winterliche Färbung der Blätter, was den anatomischen Theil betrifft. Clamor-Marquart unterschied den Farbstoff der gelben

nichts anderem, als wässerigem Zellsafte, doch finden sich noch immer die Reste des in noch früheren Stadien massenhaft vorhandenen Protoplasmas an der Zellwandung vor, indem dasselbe nicht nur den excentrisch gelagerten Cytoblasten umgibt, sondern gar häufig auch die an der Zellperipherie zerstreut liegenden Chlorophyllkörner durch mehr oder weniger breite Stränge verbindet (Fig. 1). Selten ist das Blattgrün gleichmässig in den Zellen vertheilt, sondern gewöhnlich in der Nähe des Zellkernes zu grösseren Klumpen gruppirt, welche häufig — wohl gehalten durch das Protoplasma — den Cytoblasten nach allen Richtungen hin derart einbullen, dass man keine Spur desselben erblicken kann. Die Form dieser Chlorophyllkörner ist verschieden.

a) Zumeist besteht es aus rundlichen, oft an der Peripherie polygonal eingedrückten Körnern von eigenthümlichem Ansehen (Fig. 2), hervorgerufen durch die Art der Anlagerung des grünen Farbstoffes auf die aus Amylum bestehende Unterlage. Die dunkler grün gefärbten Stellen — die Punkte der Maximalablagerung des grünen Farbstoffes — lassen lichtere Partien zwischen sich erkennen und an diesen eben kann man mit geringer Mühe die Anwesenheit des Stärkemehles nachweisen.

b) Nebst diesen immer beträchtlich grossen Körnern finden sich meist in selbstständigen Bläschen eingeschlossen viel kleinere Chlorophyllkörner von elliptischer Form in den Zellen (Fig. 3), deren Unterlage wie die der zuvor erwähnten aus Amylum besteht. Sie liegen in unbestimmter Zahl — bis 14 und darüber — in kleineren oder grösseren Bläschen, ein Vorkommen, welches im Pflanzenreiche für Blattgrün, Farbstoffe u. s. w. ungemein verbreitet ist¹⁾. Diese in Bläschen eingeschlossenen Chlorophyllkörner (Fig. 3) entstehen in einem anfangs mattgrau gefärbten Bläschen (Fig. 5 a), dessen Inhalt, wie man sich leicht überzeugen kann, aus einer stick-

Blüthen als Anthoxantin (wird durch Schwefelsäure indigoblan gefärbt), den der blauen, violeten, rothen u. s. w. als Anthokyan (wird durch Säuren roth, durch Alkalien grün gefärbt). Treviranus hat das Mohl'sche Thema neuerdings behandelt (Botan. Zeitung 1860, S. 281 ff.), wie es auch Jussieu und Guibourt bearbeiteten.

¹⁾ Es ist unstreitig das Verdienst von Nägeli, auf Bläschengebilde in Pflanzenzellen näher aufmerksam gemacht zu haben. leider wurden sie seither zu wenig berücksichtigt.

stoffhaltigen, äusserst feinkörnigen Materie besteht, in der zuerst kleine Amylumkörnerchen sich bilden, auf welche, wohl als directes Umbildungsproduct dieser granulösen Materie (Protoplasma), sich successive ein immer intensiver grün werdendes Pigment niederschlägt. Bei *Solanum Dulcamara* L. werden wir ausführlicher darauf zu sprechen kommen.

c) Endlich erscheinen auch einzelne Chlorophyllkörner, die weder in Bläschen eingeschlossen noch so zusammengesetzt, wie die zuerst erwähnten sind.

Maschke¹⁾ bildet aus dem Fruchtfleische der Beeren von *Solanum nigrum* L. den von mir Fig. 2 gezeichneten ähnliche Chlorophyllkörner ab, doch hält er sie für Bläschen, was sie gewiss nicht sind. Seine Fig. 28, 29, 30, 31, 32, 33 sind massive Amylumkörner, wie ausser ihrem Ansehen ihr Verhalten gegen chemische Reagentien beweist. Übrigens ist ihm die Arbeit Trécul's über die Entstehung des Chlorophylls in Bläschen, an dieser Pflanze, unbekannt geblieben. Trécul's Beobachtungen und Zeichnungen²⁾ besonders über das eigenthümliche halbmondförmige Aussehen desselben innerhalb der Bläschen sind umfassender und dem von mir oben angegebenen Bildungsgange bei *Lycium barbarum* ähnlich. Während nämlich Maschke, wie es bei einem so fleissigen Beobachter nicht anders zu erwarten war, wohl das Dasein dieser sonderbaren Formen constatirt und dieselben auch abbildet (l. c. Fig. 15—18 und 44, 45, 47), konnte er doch, wie er selbst gesteht, die Details dieser interessanten Metamorphose nicht näher beobachten. Trécul hat dies gethan und ich kann seine Beobachtungen sowohl an *Solanum nigrum* L. im Allgemeinen völlig bestätigen als auch der von mir bei *Lycium barbarum* L., bei *Solanum Dulcamara* L. u. s. w. gefundene Vorgang dafür spricht. Nach ihm entsteht das Ganze aus einem graulichen Kügelchen von 0.004—0.0173 Millim. Durchmesser. An einer gewissen Stelle eines solchen zum Bläschen gewordenen Kügelchens entsteht ein linsenförmiges Kreischen, das an einen zusammengedrückten Zellkern erinnert. Dieses Körperchen, anfangs farblos, wird bald körnig und färbt sich immer dunkler grün. Von der Seite gesehen, hat es eine halbmondförmige

1) Botan. Zeitung 1859, Taf. X, Fig. 26—33.

2) Annal des sciences, natur. 1859. Taf. IV, Fig. 1—15.

Gestalt, der übrige Theil des Bläschens bleibt grau. So ist das Bläschen in seiner einfachsten Gestalt, meist ist es aber sehr zusammengesetzt, da das primitive graue Bläschen in seinem Innern viele dergleichen erzeugen kann. Es fangen also nach *T récul* diese Chlorophyllbildungen als kleine Protoplasmaballen an und *Maschke* lässt dasselbe aus einer Proteïnsubstanz oder Proteïnverbindung entstehen, die nach und nach unmittelbar in Chlorophyll übergeht ¹⁾.

In der grünen Beere von *Lycium barbarum* L. ist das Chlorophyll demnach in drei verschiedenen Formen in den Zellen enthalten und die Bildung des zur Zeit der Reife orangerothern Farbstoffes erfolgt, wie ich zeigen werde, unmittelbar aus den eben beschriebenen drei Formen. Der Vorgang dabei ist im Principe überall derselbe und nur durch kleine Modificationen sind drei verschiedene Arten unterschieden.

Schon frühe zeigen sich an grünen Beeren hie und da stellenweise mit freiem Auge bereits sichtbare Partien von anfänglich grüngelber, dann gelbgrüner Farbe, bis die ganze Beere allmählich aus der grünen in die gelbe Farbe übergegangen ist. Schnitte durch dieselbe in den verschiedenen Stadien dieses Farbenwechsels, sowie eine geeignete Behandlung mit chemischen Reagentien, geben über die dabei in den Zellelementen stattfindenden Vorgänge hinreichenden Aufschluss.

Ad *a*) Die Form der Zellen des Fruchtfleisches hat sich nicht geändert, indess sieht man nicht selten unter ihnen einige, bei welchen die Umwandlung des grünen Pigmentes in den später tief orangerothern Farbstoff bereits zum Theile ihren Anfang genommen hat, und gerade diese Stadien sind für uns die entscheidendsten. Fig. 4 zeigt eine derartige isolirte Zelle. In *a* sehen wir das Chlorophyllkorn noch eben so wie die in Fig. 1 und 2 abgebildeten alle erscheinen, während in *b* bereits das Grün einen matten Stich in's Gelbliche bekommt, der in *d* und *e* immer entschiedener hervortritt und in der reifen Beere tieforange geworden ist. Der Farbstoff erscheint dann in Formen (Fig. 12), welche nur durch die Farbe des

¹⁾ Die schönen Arbeiten von *Sachs* über das Chlorophyll (*Flora* 1862, p. 133; 1863, p. 193. — *Botan. Zeitung* 1863, p. 66) haben die generische Übereinstimmung desselben mit dem Plasma ausser Zweifel gesetzt. Geahnt hat es wohl *Treviranus* zuerst.

Pigmentes sich von Fig. 2 unterscheiden. In der That ist, wie man sich ohne Mühe überzeugt, die Amylumunterlage geblieben und hat das Gebilde während des ganzen Vorganges an Grösse weder zu-, noch abgenommen, so dass eine Neubildung nicht vorgekommen sein konnte.

Ad *b*) Nebstbei bilden sich im wandständigen Protoplasma die in Bläschen eingeschlossenen, und wie ich oben zeigte, in ihnen entstandenen Chlorophyllkörner (Fig. 3), die Chlorophyllbläschen, wie ich sie nenne, ebenfalls successive in der Weise um, dass die ursprünglich rein grüne Farbe derselben allmählich erblasst (Fig. 5 *b*) und einen leicht gelben Schimmer hervortreten lässt (Fig. 5 *d*), der sich immer intensiver gestaltet (Fig. 5 *e, f*), während zu gleicher Zeit die in den Bläschen liegenden Körner häufig an Grösse derart zunehmen, dass sie endlich ganz fest an einander liegen (Fig. 5 *f*). Der stickstoffhaltige Inhalt der Bläschen ist um diese Zeit gänzlich verschwunden, sie enthalten fast nur Wasser und ähneln oft sehr den in Fig. 12 abgebildeten Farbstoffkörnern — es sind Farbstoffbläschen geworden.

Ad *c*) Endlich bilden sich in ganz ähnlicher Weise die einzeln im Zellsafte liegenden, nicht zusammengesetzten Chlorophyllkörner zu den gelben Farbstoffkörnern um, und es gelingt zuweilen eine Zelle aufzufinden, in welchen alle diese drei Modificationen vereint in mehreren Stadien sichtbar sind (Fig. 6).

Bei fortschreitender Reife der Beere wird nun die Färbung des Pigmentes immer intensiver, bis sie endlich in der reifen Beere tief orange erreicht hat. Jodlösung färbt dasselbe immer zuerst grün.

Die Form der Farbstoffkörner ¹⁾, welche sich nach *a*) und *b*) aus den ursprünglichen Chlorophyllkörnern gebildet haben, ist hierbei dieselbe geblieben und nur die Intensität der Farbe hat im Verlaufe der Entwicklung zugenommen; die nach der letzten Art (*c*) entstandenen haben indess, wenigstens sehr häufig, ein anderes Ansehen erhalten.

Betrachten wir nämlich die Zellen einer reifen Beere, so wird es nicht schwer sein, sich alle die Arten zusammen zu finden, in

¹⁾ *Sit venia verbo!* Farbstoffkörner sind es eigentlich nicht, da ihre Unterlage ja aus Stärke besteht, wie ich mich denn überhaupt berechtigt glaube, das Vorkommen irgend welches Pigmentes (auch Chlorophyll nicht ausgenommen) in soliden Körnern sehr in Zweifel zu ziehen.

denen der Farbstoff in denselben erscheint. Wir finden zunächst Zellen (wie Fig. 7 eine darstellt), in denen sich, meist um den Cytoplasten geballt, eine Anzahl rundlicher Formen zeigt, welche in Gestalt und Grösse genau mit den unter Fig. 2 abgebildeten Chlorophyllkörnern übereinstimmen und die sich auf die unter *a*) beschriebene Weise gebildet haben. Nebstdem erscheinen aber Zellen mit Farbstoffgebilden erfüllt, wie Fig. 8, und von diesen wieder die am häufigsten vorkommende Form — die langgestreckte — allein den Inhalt einiger Zellen ausmachend (Fig. 9) und endlich, wiewohl seltener die in Fig. 7 und 8 abgebildeten Farbstoffformen zusammen in einer einzigen Zelle.

Diese Formen sind übrigens nicht blos in der Gestalt, sondern auch in der Farbenintensität von einander verschieden, indem die einen (Fig. 7) nahezu goldgelb, die anderen aber (Fig. 8 und 9) dunkelorange erscheinen. Die Ursache davon dürfte indess lediglich in einer mehr oder weniger starken Farbstoffschichte zu suchen sein.

Nur in Einem Falle (Fig. 8) ist die Gestalt, in welcher der Farbstoff erscheint, nicht mehr die des ursprünglichen Chlorophyllkornes und er zeigt so merkwürdige Eigenthümlichkeiten, dass wir etwas näher darauf eingehen müssen.

Wenn man hinreichend starke Vergrösserungen anwendet, muss es zunächst auffallen, dass alle diese Gebilde eine schnabelartige Fortsetzung haben, und dass auch der Hauptkörper derselben nicht durchaus von Farbstoff erfüllt erscheint, sondern derselbe bereits in der Nähe dieses schleimigen Fortsatzes successive sich verliert. Ich habe in Fig. 10 die am häufigsten vorkommenden Formen davon abgebildet. Oft sind zwei und mehrere Individuen durch diese schleimigen Fortsätze verbunden (Fig. 10 *f*), oft sind dieselben gerade gestreckt (*c, f*), oft gekrümmt (*b*), oft erscheinen sie nur an einem (*b c*), oft an beiden Enden des ganzen Gebildes (*e, f*).

Die Unterlage der unter Fig. 7 und 9 abgebildeten Formen ist, wie man sich leicht überzeugt, Amylum und es tritt dieses nach der Reife sogar mitten aus dem Pigmente frei zu Tage. Betrachtet man alsdann ein solches Farbstoffkorn, so zeigt sich bald an einer oder der andern Stelle desselben eine kleine Protuberanz, welche lichter gefärbt ist als das übrige Korn (Fig. 11 *a*) und gar bald als hellweisser Punkt durch das Pigment hindurch zu Tage

tritt (*b*). Dies geschieht nicht selten an mehreren Stellen zugleich (*b*, *c*, *d*), oft aber nur an dem einen Ende (*b'*) oder in der Mitte; bei ovalen Körnern übrigens eben so wie bei den rundlichen (*c*, *d*). Anwendung von Jodlösung zeigt sogleich, dass man es hier mit Amylum zu thun habe ¹⁾).

Diese allmählich zum Vorschein kommenden Stärkekörner treten immer mehr und mehr hervor (*b*, *c*, *d*, *e*, *f*), bis endlich der gelbe Farbstoff, der sie bekleidete, zerfliesst (*g*) und die farblosen Amylumkörner zerstreut in demselben herum liegen. Die Zellen erscheinen dann von einem formlosen mattgelben, äusserst feinkörnigen Farbstoffe erfüllt, in welchem zahlreiche grössere und kleinere Amylumkörner liegen. Damit hat das Leben der Zelle völlig aufgehört, sie fällt der Zerstörung anheim.

Solanum Dulcamara L.

Bei *Solanum Dulcamara* L. besteht die Epidermis der grünen Beere aus unregelmässigen polyëdrischen Zellelementen mit beträchtlicher poröser Verdickung ihrer secundären Schichten (Fig. 15); lässt überall deutliche Cytoblasten (*a*) und sie kreisförmig unlagernde kleine Chlorophyllkörner erkennen. Unterhalb dieser Oberhaut treten grosse rundliche safterfüllte Zellen zum Fruchtfleische zusammen. Den Inhalt derselben bilden meistens zahlreiche, vielfach zusammengesetzte Amylumkörner, deren Gestalt in Fig. 16, 17 und 18 *a*, *b* veranschaulicht ist. Sie umhüllen meist vollständig den Cytoblasten und es hat sich der grüne Farbstoff als höchst feinkörnige Materie zwischen den Einbuchtungen dieser zusammengesetzten Stärkekörner derart abgelagert, dass äusserst selten die ganze Amylumunterlage davon überzogen ist, sondern die gewölbteren Partien davon frei bleiben (Fig. 17) und daher grössere Zusammenballungen dieser Körner ein eigenthümliches geflecktes Aussehen erhalten. In anderen Zellen bemerkt man aber diese Art des

¹⁾ Dieses Auftreten eines farblosen Körperchens durch Beiseiteschieben des Pigmentes kann man öfter auch am Chlorophyll wahrnehmen, doch darf man aus dem Nichterscheinen der bekannten Jodreaction noch nicht auf die Abwesenheit des Amylums schliessen, da sehr häufig die durch Jod sich braun färbende wachsartige Substanz des Chlorophylls zunächst hervorgeschoben wird.

Vorkommens von Blattgrün nicht, sondern es liegen unregelmässig in der Zelle zerstreut kleine Chlorophyllkörner (Fig. 14), die indess trotz ihrer Kleinheit bei vorsichtiger Anwendung von Jodlösung ihre Amylumunterlage ebenfalls verrathen (Fig. 18 c). Endlich erscheint, wie wir es bei *Lycium barbarum* bereits gesehen haben, das Chlorophyll auch in Bläschen eingeschlossen, als Chlorophyllbläschen.

Was nun die Vorgänge während des Reifens betrifft, wo die Beere bekanntlich intensiv roth gefärbt erscheint, so hat zuerst Trécul in seiner oben erwähnten, höchst interessanten Arbeit, das Entstehen des rothen Farbstoffes von *Solanum Dulcamara* L. im Innern von Bläschen zu erklären versucht, die er *vésicules pseudo-nucléaires* nennt. Sie bilden sich nach ihm ¹⁾ aus grauen Kügelchen, deren zwei Arten vorkommen, von denen die einen grösser, die anderen kleiner sind, und sich auch in der Entwicklung etwas verschieden verhalten. Bei der Mehrzahl derselben bildet sich nach Trécul im Innern eine Vacuole und drängt das Protoplasma entweder ringförmig oder nur nach einer Seite hin zurück. In diesem Protoplasma zeigen sich bald darauf rothe Punkte, die sich wie Bläschen ausnehmen, welche einen körnigen Farbstoff enthalten. Bei anderen scheint das Protoplasma ganz verschwunden; allein im Innern liegen an dem Membran rothe Erhebungen, die einen rothen Farbstoff enthalten und zu Bläschen werden. Diese letztgenannten rothen Tupfen sind anfangs noch schlecht begrenzt, später sieht man aber, dass jeder in der Mitte einer Masse graulichen Plasmas liegt und von dem andern durch eine äusserst zarte Linie getrennt erscheint. Oft sind in einem primären Bläschen sehr viele, oft nur wenige secundäre Bläschen enthalten ²⁾. Nach Trécul entsteht also der rothe Farbstoff selbstständig durch Neubildung im Protoplasma seiner *vésicules pseudo-nucléaires*.

Ich habe durch zwei auf einander folgende Jahre hierüber Beobachtungen angestellt, ohne dies bestätigen zu können. Das

¹⁾ L. c. p. 132 ff. — Trécul definiert: Zelle jene Bläschengebilde, welche mit einer Cellulosemembran umgeben sind, und Bläschen jene, welche in ordentlichen Zellen eingeschlossen sind; eine Definition, die keineswegs Zwischenglieder ausschliesst, daher zur Bezeichnung dieser Gebilde nicht ausreichend ist.

²⁾ Auf Taf. IV, Fig. 31—48 der genannten Arbeit von Trécul bildet derselbe den grössten Theil dieser Stadien ab.

Entstehen des Farbstoffes aus der unmittelbaren Umwandlung des grünen Pigmentes (Chlorophylls) successive in gelben und zuletzt in rothen Farbstoff — nicht durch Neubildung — war jedesmal das Resultat der Untersuchung.

Betrachtet man Beeren, die nicht mehr grün sind, sondern bereits einen Stich in's Gelbe zeigen, so sieht man in den Zellen, wie bei der grünen Beere, zahlreiche Amylumkörner, auf denen Chlorophyll sich niedergeschlagen hat. In einigen Zellen ist dieses Pigment nicht mehr rein grün vorhanden, sondern nur schmutzig grün, in anderen scheint es bereits grüngelb, in noch anderen gelbgrün, dann gelb mit immer entschiedener auftretendem rothem Schimmer, bis endlich in der reifen Beere die früher mit Chlorophyll überzogenen Amylumkörner (Fig. 17) mit einem rothen Farbstoffe bekleidet erscheinen (Fig. 19 *n*). Da sich derselbe, wie früher das Chlorophyll, dessen Platz er ja einnimmt, an den eingebuchteten Theilen der zusammengesetzten Stärkekörner mehr angesammelt findet, erscheinen diese Farbstoffconcremente an verschiedenen Stellen verschieden intensiv gefärbt (Fig. 19 *n*). Wie das grüne Pigment, ist also auch das rothe auf einer Unterlage von Amylum vorhanden und nicht durch Neubildung neben dem Chlorophyll entstanden, obgleich dies doch in einigen Fällen zu geschehen scheint, wo sich aus dem Protoplasma von Bläschengebilden der rothe Farbstoff in Gestalt einer äusserst feinkörnigen Materie auf die bereits mit einem grünen Pigmente versehenen Amylumkörner niederlagert (Fig. 19 *f, g*).

So lange er in Gestalt eines Hofes dieselben umgibt, erkennt man dessen feinkörnige Natur am leichtesten.

Die kleineren Chlorophyllkörner (Fig. 14) verändern mittlerweile eben so ihr Pigment von Grün durch Gelb in Roth, und man kann in allen Stadien durch geeignete Reagentien nicht nur die Amylumunterlage derselben nachweisen, sondern selbst an einzelnen Körnern den Übergang von Grün in Roth erkennen.

Ist die Beere reif, so sind natürlich alle Amylumkörner mit rothem Farbstoffe bekleidet und Jodlösung färbt dieselben alsdann grüngelb.

Es bildet sich daher auch bei *Solanum Dulcamara* L. der rothe Farbstoff nicht erst neu in den Zellen, sondern das Chlorophyll geht allmählich in denselben über. Dies wird auch durch das Spectral-

verhalten aller hier erwähnten Farbstoffe bestätigt ¹⁾. Die Ursache der Farbenänderung muss in dem veränderten Diffusionsverhalten gesucht werden, welches die Zelle beim Reifen der Beere durchmacht. Das Nähere darüber können erst eingehende chemische Untersuchungen feststellen.

Wie bei *Lycium barbarum* L. kommen allerdings auch in der Beere von *Solanum Dulcamara* L. Bläschen im Zellsafte vor, welche den Farbstoff in allen Stadien seiner Entwicklung enthalten, aber die grosse Menge desselben bildet sich sicherlich zunächst ausserhalb bläschenartiger Gebilde in der von mir eben angegebenen Weise.

Nichts desto weniger wollen wir diese Bläschen etwas genauer betrachten, da sie eine Menge interessanter Details in den einzelnen Entwicklungsstadien veranschaulichen helfen.

Zunächst sei erwähnt, dass man beim Studium dieser Bläschen das Object nicht mit Wasser befeuchten dürfe, ohne sich vorher genau mit dem Aussehen desselben vertraut gemacht zu haben; fast in allen Fällen wäre ein Wasserzusatz ohnehin überflüssig, da die Zellen des Fruchtfleisches hinreichende Mengen von Flüssigkeit enthalten. Auch vor Druck hat man die Zellen so viel als möglich zu schützen.

Zuerst sieht man im Zellsafte blossorange gefärbter Beeren solche Bläschen (nicht Kügelehen wie Trécul annimmt), welche eine gleichmässige mattgraue Färbung zeigen (Fig. 19 a), ohne Spur von Körnung oder anderweitiger Organisation. Bald jedoch sieht man deren Inhalt eine äusserst feinkörnige Masse enthalten, die sich bei Reactionen als stickstoffhältig (Protoplasma) manifestirt (Fig. 19 b). Dieses Protoplasma ist anfangs gleichmässig im Inhalte des Bläschens vertheilt, oder besser gesagt, es erfüllt dessen ganzes

¹⁾ Näheres darüber habe ich an anderen Orten mitgetheilt, u. A. Weiss: Die Fluorescenz der Pflanzenfarbstoffe (s. Bericht d. naturf. Gesellschaft zu Bamberg, 1861); ferner: Weiss, Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wiss. 1861. XLIII. S. 210 ff. und Österr. botan. Zeitschrift, 1862, S. 105 ff. — Herr Professor Dr. Böhm in Wien, dem ich bereits Anfang 1861 meine Untersuchungsergebnisse und Methoden mitgetheilt hatte, hat nach denselben gemachte Beobachtungen 1862 (Sitzungsb. der kais. Akademie) veröffentlicht und auch meine ihm bekannte Idee eines Zusammenhanges der Fluorescenz mit der Eigenwärme der Pflanzen dabei wieder gegeben.

Innere, doch sammelt es sich bald mehr gegen die Mitte zu, verdichtet sich daselbst und es zeigen sich in ihm grössere, farblose Körnchen, welche in heftiger Molecularbewegung begriffen sind (Fig. 19 c). In diesem Stadium lässt sich über die Natur dieser grösseren Körnchen durch chemische Reagentien noch nichts eruiren, doch heben sie sich in Folge ihrer grösseren lichtbrechenden Kraft bei starken Vergrösserungen völlig scharf von den eigentlichen Protoplasma-körnchen ab. Während nun immer mehr diese stickstoffhaltige, granulöse Substanz sich im centralen Theile des Bläschens sammelt, nimmt die Zahl und Grösse dieser eben erwähnten Körnchen zu (Fig. 19 d) und es gelingt durch vorsichtige Anwendung von Jodlösung schon in sehr frühen Entwicklungsstufen sie als Amylum nachzuweisen (Fig. 19 e). Bis dahin haben sich im Inhalte des Bläschens noch keine Vacuolen gebildet, sie erscheinen indess bald darauf, während sich zu gleicher Zeit um die rasch in ihren Dimensionen wachsenden Stärkekörner in Gestalt eines Hofes ein äusserst feinkörniger rother Farbstoffzulagern beginnt (Fig. 19 f). Nach und nach schlägt sich derselbe auf die noch immer fort wachsenden Amylum-körner nieder (Fig. 19 g), bis er sie endlich ganz eingehüllt und bedeckt hat, während zu gleicher Zeit das Protoplasma sich immer mehr und mehr verliert, indem es entweder gegen den peripherischen Theil zugedrängt wird (Fig. 19 h) oder aber ohne diese Vacuolenbildung immer spärlicher und spärlicher erscheint (Fig. 19 h, i, k, l), so dass der Gedanke nahe liegt, es habe sich aus dem Protoplasma und nicht nur in demselben der rothe Farbstoff gebildet¹⁾. Während dieser letzteren Vorgänge ist der rothe Hof um die Körner allmählich verschwunden, indem sich das Pigment ganz und gar auf seine Stärkeunterlage niedergeschlagen hat. Die Bläschen enthalten zuletzt, je nach ihrer Grösse, 2 — 20 und mehr rothe Körner, welche in einem wässerigen Saft liegen, und nur an den Rändern des Bläschens sind hie und da Spuren von Protoplasma zu entdecken (Fig. 19 l, m).

1) Es würde demnach der rothe Farbstoff bei den Beeren von *S. Dulcamara* und bei anderen Pflanzen — wie wir sehen werden — den protoplasmatischen Gebilden von Sachs zuzuzählen sein und zwar der Gruppe der organisirten protoplasmatischen Gebilde.

Dies ist die weitaus häufigste, doch nicht alleinige Metamorphose, welche das primäre, graue Bläschen (Fig. 19 *a*) erleidet.

Viele Bläschen erscheinen nämlich gleich in den erstern Stadien von dem genannten feinkörnigen rothen Farbstoffe erfüllt (Fig. 19 *u*) ¹⁾, doch sammelt sich meistens, unmittelbar nachdem der Inhalt des primären Bläschens granulös geworden ist, das Protoplasma an einer Seite des Bläschens stärker an (Fig. 19 *o*), es entsteht im Innern beim Wachstume des Gebildes eine Vacuole, die das Protoplasma, welches mittlerweile viel grobkörniger geworden ist, immer mehr gegen die Wandung presst und zugleich erscheint, zuerst als rothes Pünktchen, später in kleinen secundären Bläschen eingeschlossen, der rothe Farbstoff, rings um vom Protoplasma umgeben (Fig. 19 *v*). Gerade diese Bildungsart stimmt so ziemlich mit der von Trécul für *Solanum Dulcamara* angegebenen überein, doch ist sie, wie ich gezeigt habe, eben nicht die vorherrschende, geschweige denn die alleinige.

Ausserdem bilden sich häufig, unmittelbar nachdem sich das Protoplasma an einer Seite mehr angesammelt hat (Fig. 19 *o*), oder oft noch früher eine Reihe von Vacuolen (Fig. 19 *p, q*), die sich vergrössern (Fig. 19 *r, s, t*) und an Zahl wachsen, es aber nie zur Bildung von Farbstoff oder Amylum bringen, sondern höchstens matt gefärbte Scheinbläschen enthalten (Fig. 19 *s, t*).

Auch unterbleibt manchmal die Bildung eines rothen Pigmentes aus dem Protoplasma der Bläschen und das Amylum derselben vergrössert sich, ohne einen Farbstoffüberzug zu erhalten. Jodlösung zeigt übrigens ganz deutlich, dass man es eben nur mit Amylum zu thun hat (Fig. 19 *y*).

Endlich bildet sich der Farbstoff aus dem in der grünen Beere in Bläschen vorkommenden Chlorophylle (den Chlorophyllbläschen) ganz in derselben Art und Weise, wie ich oben die Umwandlung des grünen in ein rothes Pigment, ausserhalb der Bläschen, beschrieben habe, und es gelingt häufig in einem grösseren Bläschen allerlei Übergänge aufzufinden (Fig. 19 *w*). Die Unterlage bildet auch hier durch Jodlösung stets nachweisbares Amylum.

1) Möglicherweise sind dies aber nur secundäre Bläschen, wie z. B. in Fig. 19 *v* liegen und durch Druck oder Zerreißen der sie umschliessenden grösseren Bläschen oder aber auf eine andere mechanische Weise frei geworden.

Solanum capsicastrum Lk.

Besonders interessant für das Studium des Farbstoffes sind die grossen saftreichen Beeren von *Solanum capsicastrum* Lk. in den verschiedenen Stadien der Ausbildung bis zur Reife.

Es besitzen dieselben sämmtlich eine lederartige, aus kleinen verschobenen und sehr dickwandigen Zellen bestehende Oberhaut, unterhalb welcher sich grosse, safterfüllte, runde Zellen zum Fruchtfleische zusammensetzen. Der feste Inhalt derselben besteht bei der grünen Beere aus grossen, runden, zahlreichen Chlorophyllkörnern (Fig. 21), welche sich meist kreisförmig um den Cytoblasten gruppieren und eine an vielen Stellen als dunkle Körnchen zu Tage tretende Unterlage von Amylum haben. Weiter von der Epidermis entfernt, gegen das Innere der Beere zu, werden die Zellelemente noch grösser und die rundliche Form macht einer mehr langgestreckten Platz. Anfangs führen diese inneren Zellen kein Chlorophyll, es tritt dies erst später in denselben auf. Untersucht man überhaupt die Beeren dieser Pflanze, bevor sie noch mit freiem Auge die erste Spur einer grünen Färbung zeigen, so enthalten die Zellen unter der Oberhaut wohl bereits Chlorophyll, doch ist dasselbe sehr klein und es werden die Körner erst später um das Mehrfache grösser.

Im ganzen Fruchtfleische zerstreut finden sich, theils in Gruppen, theils mehr oder weniger isolirt dickwandige Zellen vor (Fig. 20), welche an den Stellen, wo sie sich berühren und an einander legen, zierlich porös verdickt sind; — sie enthalten, wie die früheren, in der grünen Beere Chlorophyll.

Fängt sich die Beere an mattgelb zu färben, so ist, wie die anatomische Untersuchung zeigt, diese Färbung eine Folge davon, dass das früher reingrüne Chlorophyll unter völliger Beibehaltung seiner Gestalt und Grösse, zuerst ganz leicht mattgelb, successive aber immer intensiver gelb geworden ist (Fig. 22 p).

Der später rothgelbe Farbstoff besteht demnach aus diesen Körnern, deren Pigment nur die Farbe gewechselt hat; es ist daher die Bildung desselben auch hier in einer allmählichen Umwandlung des grünen Pigments (Chlorophylls) zu suchen.

Die Gestalt dieser Körner, welche natürlich nicht durch den Farbstoff — einerlei ob Chlorophyll oder das rothe Pigment, —

sondern lediglich durch dessen Unterlage zu Körner werden, fängt erst spät an sich zu ändern, gewöhnlich nicht früher, als die Beere nahezu reif geworden ist.

Es entstehen dann — ob durch Resorption (Umwandlung) der Unterlage? — meist ¹⁾ runde Formen, in welchen das orangefarbene Pigment entweder kreisförmig an der ganzen Peripherie ausgebreitet ist (Fig. 22 *a*), oder aber sich entweder nur an der einen Seite (Fig. 22 *c*), oder endlich an zwei einander diametral entgegengesetzten Seiten zusammenballt (Fig. 22 *d*). In allen Fällen ist jedoch die Contour des Gebildes dem ganzen Umkreise nach sichtbar und das Pigment erscheint stets grob gekörnt, wie die Betrachtung mit Hartnack's Immersionssystemen, nach welchen die Fig. 22 gezeichnet ist, auf das Deutlichste zeigt.

Nicht selten sind mehrere, in Bläschen eingeschlossen, beisammen, doch sind sie dann meist langgestreckt (Fig. 22 *m*, *n*, *o*) und ich konnte nicht entscheiden, wie es mit der Entwicklung dieser Bläschengebilde ist, ob sie auf die bei *Solanum Dulcamara* L. etc. beschriebene Weise sich bilden oder nicht, bleibt daher vor der Hand unentschieden.

Die Form *a* (Fig. 22) scheint die frühere zu sein und aus ihr sich successive *b*, *c* und *d* zu bilden. Bis dahin ist die Gestalt noch immer rund, also insoferne dem ursprünglichen Chlorophyllkorne, aus welchem sie sich ja bildeten, ähnlich.

Später, in der reifen Beere, entstehen farblose, schleimige Fäden, wie wir dieselben bei *Lycium barbarum* gesehen haben, entweder an dem einen Ende (Fig. 22 *f*), oder an beiden Faden (*g*, *h*) oder auch einander zugeneigt (*i*). Die ganze Gestalt ist dabei gestreckter geworden.

Für die Betrachtung dieser Farbstoffgebilde in ihrem normalen Zustande, d. h. so lange sie noch unberührt im Innern ihrer Zellen liegen, eignen sich am besten jene eingangs erwähnten im Fruchtfleische zerstreuten porös verdickten Zellen, da in denselben, wegen der derberen Beschaffenheit ihrer Wandungen, der Farbstoff durch den Druck des Deckgläschens nicht alterirt wird.

Wie ich oben erwähnte, haben in den Zellen der reifen Beere die länglich gebauten Farbstoffgebilde sämmtlich lange, faden-

¹⁾ In vielen Zellen, oft in ganzen Beeren, bleibt ein grosser Theil beständig wie in Fig. 22 *p*, bis er zerfällt.

förmige Fortsätze bekommen, die oft 4—5 Individuen mit einander verbinden (Fig. 22 *h*) und als farblose Stränge die Zellen durchziehen (Fig. 20). In der Nähe ihrer Anheftungsstelle ist, wie starke Vergrösserungen zeigen (Fig. 22 *f, h, k*), bereits der Farbstoff zurückgedrängt, oder mindestens weit blässer als gegen das Innere dieser Formen. Die Substanz, aus der diese Fortsätze, in welche, wie gesagt, allmählich die Farbstoffgebilde verlaufen, bestehen, ist eine farblose gelatinöse Materie, über die ich durch Reactionen keine näheren Aufschlüsse erhielt. Sie hat sich aber jedenfalls nicht aus dem Zellsafte, sondern aus den Farbstoffgebilden selbst gebildet und könnte wohl das Product einer Umsetzung der Unterlage sein, auf welcher das gelbrothe Pigment abgelagert ist und die, wie gewisse Formen (Fig. 22 *a, b, c, d*) wahrscheinlich machen, später ganz oder wenigstens zum Theile nicht mehr vorhanden ist.

Wie bei *Lycium barbarum* die verschiedenen Formen des Farbstoffes häufig jede für sich in einer Zelle vorkommen, oft aber auch zusammen, ist es auch hier (Fig. 20), nur dass die länglichen weitaus zahlreicher auftreten, wie die runden.

Auffallend erscheint die in den meisten Zellen sichtbare Neigung des Farbstoffes, sich in Gestalt von umgeschlossenen Spiralen zu gruppieren (Fig. 20 *a*), deren jede aus 2, 4, 5 — 8 einzelnen, durch einen farblosen Schleimstrang verbundenen Farbstoffkörnern besteht. Die freie Stelle (*a*) hat ursprünglich der Cytoblast eingenommen und vielleicht ist die beobachtete spirale Anordnung um denselben durch die früher thätigen Protoplasmaströmchen bedingt gewesen.

Jodlösung färbt den fertigen Farbstoff schön grün; Schwefelsäure bei rascher Einwirkung schön violett, Salpetersäure bei rascher Einwirkung ebenfalls violett, worauf die Gebilde durch blaugrün hindurch farblos werden; bei langsamer Einwirkung aber braun — gelbgrün — mattgelb — farblos. Durch Anwendung eines Druckes zerlegen sie sich in körnige Massen, bestehend aus grösseren farblosen Körnern, welche in dem äusserst feingekörnten Pigmente eingebettet liegen und das früher erwähnte grobkörnige Ansehen der ganzen Farbstoffgebilde bedingen. Dies Zerfallen scheint übrigens in den Zellen selbst, ohne Anwendung einer äusseren, mechanischen

Gewalt vorzukommen, wie wir es ja auch bei *Lycium barbarum* gesehen haben.

Solanum laciniatum Ait.

Bei *Solanum laciniatum* Ait., wo die Zellen der Oberhaut der Beere kleine Polygone darstellen, welche besonders an ihren Ecken mächtige Verdickungen zeigen, sind die Zellen des Fruchtfleisches ebenfalls sehr gross, doch ist ihr Anschluss lockerer als bei *Solanum capsicastrum* Lk. Sie lassen grosse Zwischenräume zwischen sich frei, da sie nach Art eines unregelmässigen sternförmigen Gewebes nur mit ihren kurzen Fortsätzen an einander stossen. Ihr Inhalt besteht, so lange die Beere noch grün ist, reichlich aus Protoplasma und Chlorophyll, welches sich um den in der Mitte liegenden Zellkern gruppirt. Es enthält eingelagert Amylum.

Untersucht man die Zellen in den verschiedenen Perioden ihrer Färbung, die von Grün durch Gelb in Tieforange übergeht, so kann man ohne Mühe auch hier Zellen auffinden, in deren Inhalte sich noch unverändert grünes Chlorophyll neben solchem vorfindet, dessen Pigment bereits eine matt gelbliche Farbe angenommen hat, die nach und nach in Gelbroth übergeht. Es entsteht auch hier der Farbstoff nur durch eine Umwandlung des Pigmentes.

Während dieser Vorgänge vergrössern sich die Farbstoffgebilde, bleiben aber meist in der Nähe des Zellkernes liegen, nur dass sie beim Aneinanderdrücken sich polygonenartig einzudrücken pflegen (Fig. 13).

In der reifen Beere ist der Farbstoff tieforange geworden. Ammoniak vertheilt ihn in eine äusserst feinkörnige gelbe Materie, die sich in der ganzen Zelle verbreitet. Jodlösung färbt die Concremente (bei langsamer Einwirkung des Reagens) zunächst braungelb, dann blaugrün¹⁾; bei schneller Einwirkung sogleich grünblau. Verdünnte Säuren, besonders Schwefelsäure, bringen bei nicht zu rapider Einwirkung unter geringen Quellungserscheinungen nach einander folgende Farbenreihe zu Wege: orange, gelbbraun, braun, grün, gelbgrün, farblos und nachheriger Zusatz von Jodlösung

¹⁾ Wohl eine Mischfarbe aus zwei Reactionen an verschiedenen Stoffen?

färbt die bereits farblos gewordenen mattgelb, alle anderen aber schön grün.

Solanum pseudocapsicum L.

In ganz derselben Weise geht die Bildung des Farbstoffes in den Beeren von *Solanum pseudocapsicum* L. vor sich. Man beobachtet ihn dort so wie bei *Solanum capsicastrum* Lk. am besten in den im Fruchtfleische zerstreuten verdickten Zellen.

Den ausgebildeten Farbstoff färbt Jodlösung schön dunkelgrün; Ammoniak zertheilt die Bläschen und Körner und führt den Farbstoff, indem er etwas blässer wird, in eine äusserst feinkörnige Materie über, die sich in den Zellen vertheilt; Schwefelsäure bei rascher Einwirkung prachtvoll dunkel violett, dann grünblau, worauf das Ganze unter Aufgebung seiner Gestalt farblos wird. Salpetersäure bringt bei langsamer Einwirkung nach einander eine braune, schmutzig gelbgrüne, dann mattgelbe Färbung hervor, die bald in's Farblose übergeht; bei rascher Einwirkung dieses Reagens erscheint zuerst eine violette Färbung, die bald darauf durch Blaugrün in's Farblose übergeht.

Diese Beispiele der Farbstoffentwicklung mögen genügen; ich will, um Wiederholungen zu vermeiden, jetzt nur die bereits fertigen Farbstoffgebilde einiger anderer Früchte in Betracht ziehen.

In den Zellen des gelben Überzuges, der die Samen von *Erythronium europaeus* L. bekleidet¹⁾, ist der Farbstoff in Gestalt von Bläschen enthalten (Fig. 23), und zwar in der Weise, dass grössere, intensiver gefärbte Farbstoffeoneremente im Innern eines Bläschens liegen, welches mit einem äusserst feinkörnigen gelben Farbstoffe erfüllt ist.

Die Gestalt dieser Gebilde, welche Farbstoffbläschen darstellen, ähnelt den früher (bei *Solanum capsicastrum* etc.) betrach-

1) Dieser gelbe Überzug besteht von aussen nach innen aus folgenden Theilen:
 1. aus einer einfachen, leicht abhebbaren Zellreihe, bestehend aus dünnwandigen Zellen, welche weder Farbstoff, noch Cytoblasten u. s. w. führen (Epidermis);
 2. aus einer Reihe von parenchymatösen Zelllagen, aus grossen, rundlichen Elementen bestehend, die sämmtlich mit gelben Farbstoffgebilden erfüllt sind, worauf endlich 3. abermals eine Reihe dünnwandiger, farbloser Zellen (Epidermis) den Schluss macht.

teten Formen; sie sind entweder rund (Fig. 23 *b*), noch häufiger aber mehr oder weniger halbmondförmig (*c, e, f*) oder aber ellipsoidisch (*a*) geformt.

Dass man es mit wirklichen Bläschen zu thun hat, beweist der Umstand, dass sich bei gelindem Drucke ihr körniger Inhalt entleert und das mattingirte und gefaltete Häutchen zurückbleibt (Fig. 23 *g*), auch zeigt sich dabei, dass der gelbe Farbstoff nicht gelöst vorkommt, nur sind die Körnchen so klein, dass sie schwächeren Vergrösserungen sich völlig entziehen.

Nebstbei kommt der erwähnte Farbstoff auch eingelagert auf Zellsaftkörnchen (*Amylum*) vor.

Je Lösung färbt den Inhalt der Bläschen sowie die Körner schön grün. Sie quellen dabei oft sehr stark an und erscheinen dann mattgrün gefärbt. Nach einiger Zeit zerfallen sie in ein Conglomerat grüner Punkte (Fig. 23 *h, i*), in welchen man noch längere Zeit die ursprüngliche Gestalt der Gebilde erkennen kann (*i*) und in welchem Öltröpfchen, grüne und gelbe Körnchen zu unterscheiden sind¹⁾. Schwefelsäure färbt die Bläschen, indem sie dieselben ausdehnt, zunächst grün, hierauf die dunkleren Stellen intensiv ultramarinblau (Fig. 23 *k*), dann violett; sie behalten indess während dieser ganzen Farbenwandlung ihre Gestalt bei und es tritt dabei ihre Bläschenatur auf das Entschiedenste hervor.

Während bei *Erythronium europaeus* L. der gelbe Farbstoff, in welchem die grösseren, intensiver gefärbten Concremente liegen, nicht gelöst ist, erscheinen correspondirende Formen in den Beeren von *Capsicum baccatum* L. (Fig. 24), nur mit dem Unterschiede, dass hier die Bläschen von einem gelösten blassrothen Farbstoffe erfüllt sind, in welchem consistenterer rothgelbe Conglomerate zu liegen scheinen. Überdies bemerkt man an ihnen die schon oft erwähnten schleimigen Fortsätze, welche ich an *Erythronium* nicht auffinden konnte, obgleich die Farbstoffgebilde bei letzteren weitaus grösser sind. Wie bei *Erythronium europaeus* L. liegen aber in der reifen Beere nebstdem eine grosse Zahl gelbroth gefärbter Kugeln (Öl), welche erst zur Zeit der Reife in beträchtlicherer Anzahl auftreten.

¹⁾ Nach der Fruchtreife sind die Zellen, welche früher nur den Farbstoff enthielten, mit zahllosen Ölkugeln gefüllt.

Zum Theile an Erscheinungen erinnernd, wie wir sie bei *Lycium barbarum* kennen gelernt haben, verhält sich der Farbstoff von Asparagus-Beeren.

In der reifen Beere von *Asparagus verticillatus* L. erscheint er meist in der Form von Körnern (Fig. 25 b), die weiter keine Zusammensetzung erkennen lassen und deren Durchmesser zwischen 0.0010 und 0.0017 Millim. schwankt, die also zu den kleinsten Gebilden dieser Art gehören. Wird die Beere überreif, so liegen in den Zellen oft Farbstoffkugeln und Concremente von bedeutenden Dimensionen ¹⁾ (Fig. 25 m, g), welche dadurch entstanden sind, dass sich die ursprünglichen Körnchen (Fig. 25 b) zuerst neben einander legen und so Reihen von zwei bis zehn Individuen bilden (Fig. 25 e), wohl auch Doppelreihen (Fig. 25 k) oder andere Formen (l). Die einzelnen Individuen verschmelzen nun nach und nach mit einander (Fig. 25 e, d, f, g, h, i, l, m) und stellen dann die grösseren Concremente dar, in welchen man sehr oft zum Theile wenigstens die einzelnen Körner, aus denen sie bestehen, unterscheiden kann ²⁾.

Nach und nach bekommt die Beere einen weisslichen Anstrich, der grösstentheils davon herrührt, dass sich die Zellen des Fruchtfleisches von der Epidermis loslösen und so die luftgefüllten Zellen derselben nicht mehr die Farbe der unterliegenden, farbstoffführenden Partie durchschimmern lassen. Es wird indess das rothe Pigment auch immer blasser und blasser (Fig. 25 n), es erscheint ein matter, bald darauf weisser Punkt, der sich vergrössert und endlich bleiben nur mehr kleine farblose Körner übrig, die in einem zähen Schleime liegen. Mit Hartnack's Immersionssystemen kann man trotz ihrer Kleinheit die Farbstoffkörner (Fig. 25 b, m) als vielkörnig erblicken, so dass man wohl annehmen darf, es habe sich auch hier das rothe Pigment auf einer Unterlage (Amylum?) abgelagert.

Nebst dieser körnerartigen Vorkommen erscheint der Farbstoff aber auch in anderer Gestalt in den Zellen (Fig. 25 a) und erhält dann ebenfalls die schon oft erwähnten schleimigen Fortsätze, die

¹⁾ Ihr längster Durchmesser varirt von 0.017—0.019 Millim. und darüber.

²⁾ Bei Asparagus-Beeren lässt sich besonders leicht die successive Umwandlung des Chlorophylls in den rothen Farbstoff beobachten.

drei und mehr einzelne Individuen verbinden. Die stabförmigen Formen dieser Art zeigen im späteren Verlaufe (Fig. 26 *h*) Erscheinungen, die ganz an jene bei *Lycium barbarum* beobachteten (Fig. 10), mit denen sie zweifelsohne identisch sind, erinnern.

Auch das Vorkommen wahrer Farbstoffbläschen ist nicht selten. Sie nehmen von einem grau erscheinenden Bläschen (Fig. 26 *a*) ihren Ursprung, indem der Inhalt desselben (Protoplasma) sich einseitig anlagert (Fig. 26 *b*) und bald darauf sich rothe Punkte in demselben zeigen (Fig. 26 *c*), die sich rasch vergrössern (Fig. 26 *d, e*), und indem das Plasma nach und nach zur Bildung des Farbstoffes verwendet wurde, verschwindet es endlich gänzlich und das Farbstoffgebilde ist fertig (Fig. 26 *f, g*). Ob der Bildung des Pigmentes die Bildung einer Unterlage (etwa Amylum) vorausgehe, konnte ich nicht entscheiden. Die Bläschen sind im Ganzen ziemlich klein und ihr Durchmesser variirt von 0·009 — 0·023 Millim.

Fasst man die Resultate der eben mitgetheilten Beobachtungen über den rothgelben, nicht gelösten Farbstoff von Beerenfrüchten zusammen, so wird man sie ohne Mühe zu folgenden allgemeineren Sätzen vereinen können:

1. Die Bildung des Farbstoffes erfolgt in einer und derselben Zelle fast immer auf zwei oder mehrere von einander verschiedene Arten.

2. Geschieht die Bildung des Farbstoffes nicht in der Weise, dass z. B. die Chlorophyllkörner zuerst verschwinden und durch Neubildung sich auf einer neuen Unterlage neuer Farbstoff bildet; sondern indem die Unterlage (wohl meist Amylum) des früheren Chlorophyllkornes bleibt und nur das grüne Pigment, welches sich unter Einwirkung von Licht darauf abgelagert hatte, successive sich durch alle Abstufungen von Gelb hindurch in den schliesslich rothgelben Farbstoff umwandelt.

3. Die Ursache dieser Farbenwandlung muss in einer durch die Vorgänge des Reifens der Beere veränderten Diffusionsthätigkeit der Zellen gesucht werden, obgleich sich derzeit über die zu Grunde liegenden chemischen Verhältnisse noch nichts angeben lässt.

4. Neben dieser, bei weitem häufigsten Bildungsart kommt gewöhnlich eine zweite von ihr gänzlich verschiedene vor, durch welche im Innern von Bläschen der Farbstoff direct aus dem Protoplasma oder richtiger der stickstoffhaltigen Materie im Innern derselben entsteht.

5. Die fertigen Farbstoffgebilde erhalten später an ihren Enden meist farblose Schleimfäden, welche zwei oder mehrere derselben verbinden und möglicherweise das Product einer Umwandlung sein könnten, welche die Unterlage (Amylum) des Farbstoffes bei und nach der Reife erfährt.

6. Schliesslich zerfallen die Farbstoffgebilde, indem ihr Pigment allmählich immer blässer und blässer wird, in ihre einzelnen Theile (Unterlage und Pigment).

Ich habe mich im Verlaufe der vorliegenden Untersuchungen häufig des Ausdruckes Bläschen zur Bezeichnung eigenthümlicher Gebilde im Innern von Pflanzenzellen bedient, und es erübrigt mir noch darzuthun, was ich unter Bläschen verstehe. Es ist dies um so nothwendiger, als einerseits dies Wort eine gar mannigfaltige Auslegung zulässt und man noch immer die Ausdrücke Bläschen, Körner u. s. w. häufig als Synonyme für einander gebraucht, andererseits aber das so häufige und allgemeine Auftreten dieser Bläschen, wie ich sie nenne, eine Einigung über den Sinn, in welchem man das Wort aufzufassen habe, dringend nothwendig macht.

Es ist unstreitig das Verdienst von Nägeli zuerst eingehender auf derlei Gebilde aufmerksam gemacht zu haben, und wenn man bis jetzt nicht viel mehr darüber wusste als eben er mitgetheilt hatte, so ist der Grund davon wohl nur darin zu suchen, dass man sich hauptsächlich um die von ihm verfochtene Bläschennatur des Chlorophylls und Amylums kümmerte, und dabei andere von ihm beobachtete Bläschen, welche allein als solche aufzufassen sind, unberücksichtigt liegen liess. Erst Trécul¹⁾ hat den Gegenstand aufgenommen und eingehend gewürdigt, wengleich viele seiner Beobachtungen noch sehr der Bestätigung bedürfen.

¹⁾ Hartig (das Leben der Pflanzenzelle u. s. w.) und Karsten haben auch Bläschengebilde beschrieben; Ersterer nennt sie Saftbläschen und gründet auf dieselben seine besondere Theorie der Bildung der innern Lage der Zellwand;

Nägeli¹⁾ unterscheidet sieben Arten von Bläschengebilden in Pflanzenzellen, von denen wir jedoch nur zwei, nämlich seine Brut und Farbbläschen hier betrachten wollen, da die anderen nicht in den Bereich dieser Blätter fallen.

Unter Brutbläschen versteht Nägeli jene Bläschen, in welchen Chlorophyll und Amylunkörner entstehen. Sie erscheinen nach ihm (l. c. pag. 109) zuerst als homogene Schleimkügelchen, an denen man erst, wenn sie grösser werden, eine Membran und einen durch Jod sich gelb oder braun färbenden Schleiminhalt erkennt. Derselbe wird häufig körnig und in ihm entstehen mehrere Amylunkügelchen oder Chlorophyllkörner. Nachher löst sich ihre Membran auf und die Amylum- oder Chlorophyllkörner liegen frei im Innern der Zelle.

Die Farbbläschen entstehen nach Nägeli (l. c. pag. 111) als kleine (rothe etc.) Körnchen, welche, nachdem sie eine hinreichende Grösse erreicht haben, eine bläschenartige Structur erkennen lassen. Sie entstehen durch Theilung aus einem Mutterbläschen. Dasselbe streckt sich in die Länge, theilt sich durch eine Wand und trennt sich in zwei neue Farbbläschen. Den nahe liegenden Einwand, als sei diese Theilung nur scheinbar, und hervorgebracht durch das nahe Aneinanderlegen zweier Bläschen, sucht Nägeli durch directe Beobachtungen an *Nitella syncarpa* zu entkräften. Der Inhalt dieser Farbbläschen bleibt nun entweder während ihres ganzen Lebens homogen (roth, gelb, grün, blau), oder aber es bilden sich in ihnen grössere oder kleinere Körnchen — meist Amylum — aus, die nicht selten durch Resorption der Membran frei werden. Endlich gehen die Bläschen zu Grunde entweder durch Fortpflanzung oder dadurch, dass die in ihnen eingeschlossenen Amylunkügelchen nach und nach den Farbstoff verdrängen und zuletzt eine Resorption der Membran veranlassen, oder endlich, dass die Veränderungen im Zellinhalte eine Auflösung von Inhalt und Membran herbeiführen, wobei der Farbstoff der Bläschen körnig wird, sich entfärbt und endlich löst.

letzterer hält sie für die Anfänge von Zellen. Mettenius (Beiträge zur Kenntniss der Rhizocarpeen) lässt seine Bläschen aus kleinen amorphen Körnchen entstehen u. s. w. Zu nennen wären noch Cohn, Göpperl, Hofmeister, Böhm, Hildebrand etc., die über Bläschen handeln.

1) Nägeli und Schleiden, Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik, 3.—4 Heft, 1846, S. 94 ff.

Nägeli bezeichnet alle diese Bildungen mit dem Ausdrucke Bläschen und es stimmen nach dessen Beobachtungen diese Bläschen in folgenden Merkmalen mit der Zelle überein: „Das Bläschen entsteht wahrscheinlich dadurch, dass sich eine (geringe) Portion organischer Substanz sondert und sich mit einer Membran bekleidet. Es tritt also gleich vom Anfange ein Unterschied zwischen Inhalt und Membran auf. Das Bläschen wächst theils in seiner Membran, theils in seinem Inhalte und verändert dabei seine Gestalt auf mannigfaltige Weise. Die Membran dehnt sich aus und verdickt sich durch Schichtenablagerung im Innern. Der Inhalt bildet sich um und erzeugt neue organische Formen. Das Bläschen pflanzt sich endlich fort“¹⁾.

Es ergeben sich ihm endlich folgende Definitionen:

1. Die Zelle ist eine von einer homogenen Membran umschlossene, individuelle Inhaltsmenge, welche durch den Einfluss eines Kernbläschens (Cytoblasten) sich individualisirte; sie ist das unmittelbare Elementarorgan des Pflanzenorganismus.

2. Das Bläschen ist eine von einer homogenen Membran umschlossene Inhaltsmenge, welche ohne den Einfluss eines Kernbläschens sich individualisirte; es ist bloss mittelbar Elementarorgan des Organismus.

Gegen diese Ansichten war H. v. Mohl aufgetreten²⁾.

Wie Mohl sehr richtig bemerkt, handelt es sich vor Allem um den Begriff dessen, was man eine Membran zu nennen habe, da sonst jeder Discussion die Basis weggezogen wird. Zum Begriffe einer solchen gehört nach ihm nothwendig, dass sie eine von ihren Umgebungen nach beiden Flächen hin bestimmt abgegrenzte Schichte bilde, sei es nun, dass sie mit dem anliegenden Gewebe in ihrem Baue übereinstimmt und nur mechanisch von ihm getrennt ist, sei es dass sie aus einem eigenthümlichen Gewebe besteht; keineswegs aber reicht zur Bildung einer Membran hin, dass eine homogene Substanz eine scharf begrenzte Oberfläche von festerer Consistenz besitzt, wenn diese festere Schicht ohne Grenze in die übrige Substanz übergeht, so dass Niemand bestimmen kann, wo die äussere Schicht aufhört und die innere Substanz beginnt. Wir können dann höchstens sagen, die äussere Fläche sei membranartig erhärtet

¹⁾ L. e. pag. 123.

²⁾ Botan. Zeitung 1855, S. 89 ff.

und Mohl schlägt für eine solche erhärtete Oberfläche den gewiss passenden Namen *pellicula* vor. Eine vom Inhalte zu unterscheidende Membran spricht Mohl allen von Nägeli angeführten Bläschen ab.

Trécul¹⁾ endlich definirt: Zelle jene Bläschengebilde, welche mit einer Cellulosemembran umgeben sind, und Bläschen jene, welche in ordentlichen Zellen eingeschlossen sind; eine Definition, welche viel zu allgemein gehalten ist, um die nöthige Schärfe zu besitzen.

Die oben von Mohl angegebene scharfe Präcisirung ist sicherlich nothwendig, wenn wir Licht in die Verhältnisse bringen und nicht fortwährend Missverständnisse erzielen wollen. Einer vom Inhalte auch chemisch verschiedenen hautartigen Schichte allein den Namen einer Membran zu vindiciren, geht indess nicht wohl an, da dies eine genaue Kenntniss der chemischen Beschaffenheit beider voraussetzt, und da unsere mikro-chemischen Untersuchungsmethoden sowohl als auch unsere mechanischen Hilfsmittel uns dermalen bei so kleinen Gebilden nur in den seltensten Fällen einigen Aufschluss über ihre chemische Zusammensetzung geben, wird der Schwerpunkt der Sache vor der Hand sicherlich darin liegen, dass man nachweist, ob gewisse im Innern der Zellen auftretende Gebilde eine nach beiden Seiten hin wohl abgegrenzte peripherische Hülle haben oder nicht, gleichgiltig oder vielmehr unentschieden bleibt dabei, ob diese Hülle chemisch von dem Inhalte, den sie umschliesst, verschieden ist oder nicht²⁾.

Einer solchen Hülle, deren Aggregatzustand wenigstens — wenn auch nicht ihre chemische Constitution — vom Inhalte verschieden ist, werden wir immerhin eine Membran und das Gebilde, das sie umschliesst, ein Bläschen nennen können, sobald nur dessen Inhalt flüssig ist³⁾. Diese letzte Bedingung ist jedoch wesentlich.

1) Annal. des sciences. natur. IV. Sér. X, p. 132.

2) Die Bedingung eines entwicklungsfähigen, d. h. gewissen Veränderungen unterworfenen Inhaltes ist für die Definition dieser Gebilde nicht nöthig, da sie implicite in der Bildung einer Membran sowohl, als verschiedener Farbstoffe im Innern dieser Bläschen enthalten ist. Die von mir am Schlusse gegebene Definition dürfte ein Zusammenwerfen derselben mit anderen temporären durch physikalische Verhältnisse hervorgerufene Formen (Vacuolen u. s. w.) ohnehin unmöglich machen.

3) Es ist selbstverständlich, dass in diesem Inhalte feste Concremente (Amylum u. s. w.) ebenfalls vorkommen können.

Derlei Bläschen kommen nun in der That im Inhalte von Zellen vor, da allen den in Fig. 3, 5, 19, 23, 26, 27 abgebildeten Formen eine solche Umhüllung und ein flüssiger Inhalt zukommt, und ich habe auch das Wort Bläschen stets in diesem Sinne gebraucht.

Den Chlorophyllkörnern gebührt, sowie den Stärkekörnern, die Bezeichnung Bläschen nicht, wenigstens ist es mir in keinem Falle gelungen, eine Hülle an ihnen wahrzunehmen; von Bläschen eingeschlossene — in ihnen enthaltene — Chlorophyllkörner kommen indess sehr häufig vor und ich glaube die Benennung Chlorophyllbläschen (d. h. Chlorophyllkörner enthaltende Bläschen) ist für dieses Vorkommen die passendste, so wie ich Stärkekörner enthaltende Bläschen (Fig. 19 *y*) Amylumbläschen, farbstoffhaltende Farbstoffbläschen nenne. Meine Chlorophyll- und Amylumbläschen sind die Brutbläschen Nägeli's.

In den Zellen des Fruchtfleisches blauer Passiflora-Beeren ¹⁾ sind derlei Bläschen besonders schön zu sehen, die Membran derselben scheint hier auch ziemlich consistent zu sein, und es ist ihre Entstehung aus einem farblosen Schleimbläschen die wahrscheinlichste. Ihre Umhüllung hebt sich, sowohl bei den Chlorophyllbläschen (Fig. 27 *a, b, h*) als auch bei denen, welche nebst dem noch einen gelösten Farbstoff enthalten, also bei Farbstoffbläschen (Fig. 27 *c, d, f—i*) nach beiden Seiten völlig scharf von dem Inhalte ab.

Ob Formen wie Fig. 27 *f, g* für eine Fortpflanzung derselben durch Theilung sprechen, will ich nicht entscheiden.

So viel ist aus allem, was ich mitgetheilt habe, sicher, dass im Innern von Zellen eine Art von Elementarorganen — Bläschen — vorkommen, die aus einer Membran und einem von ihr scharf getrennten flüssigen Inhalte bestehen, in oder aus welchem sich im Verlaufe ihres

1) Über die Entwicklung des Farbstoffes in diesen Beeren, so wie überhaupt über den blauen und violeten Farbstoff werden wir in der II. Abtheilung sprechen. Die erwähnten Farbstoffbläschen der Passiflora-Beeren sind bisher nicht beachtet worden, wie man denn überhaupt die Entwicklung des Farbstoffes genannter Beeren noch nicht genügend kennt. Böhm J., in d. Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften. XXIII, S. 19 ff., hat über sie geschrieben.

Lebens Amylum, Chlorophyll und Farbstoffe bilden können, die demnach, wie die Zelle, eine fortschreitende Entwicklung zeigen¹⁾.

Ihr Unterschied von dem, was wir Zelle nennen, dürfte kaum darin bestehen, dass sie ohne Einwirkung eines Cytoblasten sich individualisiren, jedenfalls aber, dass wir an ihnen vor der Hand keine Cellulosehülle nachweisen können, ja dass sie dieselbe höchst wahrscheinlich durchaus nicht besitzen. Generisch sind sie von unseren sogenannten Zellen sicher nicht verschieden.

Erklärung der Abbildungen.

Lycium barbarum L.

(Fig. 1—12.)

- Fig. 1. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische der grünen Beere, noch zahlreich Protoplasma führend, welches in dickeren Strängen die zerstreut liegenden Chlorophyllkörner verbindet. Vergr. 280mal.
- „ 2. Ein einzelnes derlei Chlorophyllkorn, aus einer Amylumunterlage bestehend, stärker vergrößert. Vergr. 480mal.
- „ 3. Bläschen, welche Chlorophyllkörner enthalten (Chlorophyllbläschen); ebenfalls aus der grünen Beere. Sie entstehen aus einem grauen Bläschen (Fig. 5 a). Vergr. 340mal.
- „ 4. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische einer Beere, die sich ganz leicht gelblich zu färben beginnt. Das Protoplasma ist spärlicher geworden, von den Chlorophyllkörnern (Fig. 2) sind die einen noch völlig grün

¹⁾ Was den Cytoblasten betrifft, so wird ihm sicher die Zellennatur zugesprochen werden müssen. Ich habe bei jungen Haaren von *Hyoscyamus niger* u. s. w. die Membran desselben nicht nur entschieden mit doppelter Contour — als derbe Haut — gesehen, sondern eine Strömung des Protoplasmas im Cytoblasten nach und von dem Nucleolus zur Wandung mit aller Entschiedenheit wahrgenommen, eine Beobachtung, die wohl die Zellennatur des sogenannten Zellkernes ausser Zweifel setzt.

(a), andere schon mit einem Stiche in's Gelbliehe (b), während noch andere (c, d) bereits immer intensiver gelbroth geworden sind. Vergr. 300mal.

- Fig. 5. Die Entwicklung des Farbstoffes bei dem in Bläschen eingeschlossenen Chlorophyll, welches zunächst in's Gelbliehe (b, g) übergeht und hierauf immer intensiver gelbroth gefärbt wird (c, d, e), während zu gleicher Zeit der granulöse Inhalt (Protoplasma) des Bläschens immer mehr und mehr verschwindet, bis endlich bei völliger Ausbildung des Farbstoffes (f) nichts mehr von ihm zu entdecken ist. Die Bildung des ursprünglichen Chlorophylls (Fig. 3) erfolgt aus einem grauen Bläschen (a), welches zuerst Amylum erhält, auf das sich das Blattgrün niederschlägt. Vergr. 420mal.
- „ 6. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische einer sich eben färbenden Beere, in welcher man die successive Umwandlung des grünen Pigmentes in ein rothes sowohl an den isolirten, als auch an den in Bläschen eingeschlossenen Chlorophyllkörnern neben einander verfolgen kann. Vergr. 300mal.
- „ 7. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische der rothen Beere. Die Farbstoffkörner haben sich um den Cytoblasten gelagert und denselben völlig eingeschlossen. Sie sind durch Umwandlung des Pigmentes aus den isolirt liegenden Chlorophyllkörnern der grünen Beere (Fig. 2) entstanden, deren Gestalt sie noch immer zeigen. Vergr. 300mal.
- „ 8. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische der reifen Beere mit länglich oder halbmondförmig u. s. w. gestalteten Farbstoffgebilden, welche schleimige Fortsätze erhalten haben, durch die oft mehrere mit einander verbunden sind. Vergr. 300mal.
- „ 9. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische der reifen Beere, in welcher der Farbstoff ebenfalls aus isolirten Chlorophyllkörnern entstand, die aber nicht wie die früheren (Fig. 2 und 7) zusammengesetzt waren. Vergr. 300mal.
- „ 10. Verschiedene Formen der fertigen Farbstoffgebilde, wie sie in Fig. 8 erscheinen, stark vergrössert. Die schleimigen Fortsätze derselben erscheinen bald an einem, bald an beiden Enden, bald gestreckt, bald gekrümmt. Vergr. 500mal.
- „ 11. Successive Umwandlung des Farbstoffes aus Fig. 9 nach dem Reifen der Beere. Es treten nach und nach ein oder mehrere immer mehr zum Vorschein kommende (sich vergrössernde) Amylumkörner durch die Pigmentumhüllung zu Tage (a-f), bis endlich in der überreifen Beere das Ganze in seine einzelnen Theile zerfällt (g). Die Amylumkörner erscheinen dann in dem Farbstoffe zerstreut. Vergr. 580mal.
- „ 12. Ein einzelnes Farbstoffkorn aus Fig. 7 stark vergrössert. Vergr. 700mal.
- „ 13. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische der reifen Beere von *Solanum laciniatum* Ait. Vergr. 300mal.

Solanum Dulcamara L.

(Fig. 14 — 19.)

- Fig. 14. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische der grünen Beere, in welcher kleine nicht zusammengesetzte Chlorophyllkörner sich befinden. Vergr. 300mal.
- „ 15. Partie aus der Epidermis der grünen Beere. Die Zellen sind besonders an ihren Ecken stark verdickt (*c*) und es hat die Intercellularräume auch die Intercellularräume (*d*) erfüllt. Das Chlorophyll ist um den centralen Cytoblasten (*a*) gruppiert, der öfter durch das Wasser des Objectträgers oder durch Zerreißen der Zelle bei der Präparation verschwunden ist (*b*). Vergr. 250mal.
- „ 16. Eine Zelle aus dem Fruchtfleische der grünen Beere. Um den Zellkern haben sich zusammengesetzte Amylumkörner gelagert und ihn eingehüllt. Diese Stärkekörner sind jedoch nicht an ihrer ganzen Oberfläche von Chlorophyll überlagert. Vergr. 300mal.
- „ 17. Ein einzelnes dergleichen Korn aus Fig. 16 stärker vergrößert. Vergr. 540mal.
- „ 18. Dessgleichen *a* und *b*. — Chlorophyllkörner, wie sie in Fig. 14 vorkommen, zeigt *c* mit sehr verdünnter Jodlösung behandelt, wodurch die Stärkekörner im Innern sichtbar geworden sind. Vergr. 540mal.
- „ 19. Bläschen im Innern der Zellen des Fruchtfleisches und Entwicklung des Farbstoffes in denselben. — Alle nehmen von einem grauen Bläschen (*a*) ihren Ursprung, dessen Inhalt sich sehr bald körnt (*b*). Die weitere Metamorphose ist bei verschiedenen auch verschieden. Entweder die Körnung nimmt zu (*c, d*) und es bilden sich Amylumkörner im Innern (*e*), die sich durch Entstehen eines rothen Farbstoffes successive damit bedecken (*f, g, h, i, k, m*), oder auch ohne Farbstoff bleiben (*y*); oder aber der stickstoffhaltige Inhalt des Bläschens wird nach einer Seite hin abgelagert (*n*) und es bilden sich in demselben in Gestalt secundärer Bläschen rothe Farbstoffkörner (*u, v*), oder endlich entstehen nur eine Reihe von Vaenolen in dem Bläschen (*p, q, r*), die es höchstens zur Bildung mattgefärbter Scheinbläschen bringen (*s, t*). Bei dem in der grünen Beere in Bläschen auftretenden Chlorophyll erfolgt die Bildung des Farbstoffes durch eine Umwandlung des Pigmentes (*w*), eben so bei den in Fig. 16 abgebildeten Amylumkörnern, deren grünes Pigment sich in Roth verwandelt. Vergr. 480mal.
- „ 20. Zwei verdickte Zellen aus dem Fruchtfleische einer reifen Beere von *Solanum capsicastrum* Lk. Die Farbstoffgebilde sind zu mehreren durch farblose schleimige Fäden verbunden und haben sich spiralig um den Zellkern (*a*) gruppiert. In der einen Zelle bemerkt man nur längliche, in der andern auch runde Farbstoffformen. Vergr. 270mal.

- Fig. 21. Chlorophyllkörner aus der grünen Beere von *Solanum capsicastrum* Lk., in denen zahlreiche kleine Amylumkörnerchen liegen. Vergr. 380mal.
- „ 22. Formen, in denen der Farbstoff in der reifen Beere von *Solanum capsicastrum* Lk. vorkommt. Die gewöhnliche Art (*p*) ist entstanden aus dem Chlorophyll (Fig. 21) ohne Änderung von Gestalt und Grösse. Ferner bläschenartige runde Formen, wo der grobgekörnte Farbstoff entweder ringförmig (*a*), oder einseitig (*c*), oder an zwei Seiten (*b, d*) angesammelt ist und mannigfache gestreckte Gestalten (*e—l*) zeigt, die farblose Fortsätze erhalten, auch wohl in Bläschen eingeschlossen sind (*m, n, o*). Vergr. 750mal.
- „ 23. Farbstoffgebilde aus den Zellen des gelben Überzuges der Samen von *Eronynus europaeus* L. Es sind Bläschen von länglicher (*a*), runder (*b*) oder halbmondförmiger Gestalt (*c—f*), die in einem äusserst feinkörnigen gelben Farbstoffe grössere, dunkler gefärbte Concremente zeigen und durch Druck ihre Umhüllung (*g*) zurücklassen. Mit Jodlösung behandelt, zerfallen sie in ein Conglomerat grüner Körnerchen (*h i*) und nehmen mit Schwefelsäure in Berührung eine ultramarinblaue Färbung (*k*) an. Vergr. 400mal.
- „ 24. Farbstoffgebilde aus der reifen Beere von *Capsicum baccatum* L. *a* bei schwächerer, *b—d* bei stärkerer Vergrösserung. Es zeigt sich sodann, dass der mattrothe Farbstoff, in welchem rothbraune Farbstoff-Concremente liegen, gelöst ist. Vergr. 350—500mal.
- „ 25. Farbstoff aus der reifen Beere von *Asparagus verticillatus* L. Die gewöhnliche Form sind kleine runde Körnerchen (*b*), die sich durch Verschmelzen mehrerer zu grösseren Formen zusammensetzen (*c—m*), auch wohl anders gebaute Gebilde (*a*), die zur Zeit der Reife schleimige Fortsätze bekommen. Die Körner (*a*) werden nach der Reife immer blässer (*n*) und es tritt durch Beiseiteschieben des Pigmentes ein farbloses Körperchen (*n* und Fig. 26 *h*) hervor. Vergr. 500mal.
- „ 26. Farbstoffbläschen aus den Zellen des Fruchtfleisches der Beere von *Asparagus verticillatus*. Entstehung des Farbstoffes in Bläschen. Das primitive graue Bläschen (*a*) körnt sich und diese körnige Materie lagert sich an der einen Seite stärker an (*b*), worauf in ihr nach und nach (*c, d, e*) der rothe Farbstoff, zuerst als ganz kleiner Punkt entsteht, bis nach Verbrauch des Plasma die Bläschen mit rothen Farbstoffkörnern (*f, g*) erfüllt sind. Vergr. 480mal.
- „ 27. Chlorophyll- und Farbstoffbläschen aus den Zellen des Fruchtfleisches blauer Passiflora-Beeren und zwar *a—e* von *Passiflora acerifolia* und *f—m* von *Passiflora racemosa* Brot. — Die Gestalt des in den Chlorophyllbläschen vorkommenden Blattgrüns ist theils rund (*h, k, l*), theils meniscusartig (*m*), theils stabförmig (*a, b*); es erscheint häufig noch mit einem gelösten Farbstoffe (*c, f, g, h*), seltener mit Farbstoffkörnern (*d*) zugleich im Innern der Bläschen, deren Membran völlig scharf sich vom Inhalte abhebt. Reste des grannlösen, ursprüng-

